

Kajian Penempatan Recloser pada Jaringan Distribusi Menggunakan Metode Algoritma Genetika Berdasarkan Keandalan Maksimum

Syahru Ramadhan Indra*, Dian Yayan Sukma**

*Teknik Elektro Universitas Riau **Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Email: syahru.indra@gmail.com

ABSTRACT

The distribution system is an important part of the electrical energy distribution activities as directly connected to the customers. Therefore, the distribution system is always required to have good reliability. One way to increase reliability is using recloser. Optimal placement of recloser will be able to maximize reliability. The author used a genetic algorithm method in determining the optimal position of recloser. Objective function is combining SAIFI and SAIDI. SAIFI and SAIDI are calculated using section technique method. Simulation calculations using MATLAB (Matrix Laboratory) programming. Testing program conducted on radial distribution network. The result is recloser position within 0.157 km from existing recloser. Reduction of SAIFI after the addition of recloser is 13.23%. While the reduction of SAIDI is 2.57%.

Keywords : reliability, genetic algorithm, recloser

I. PENDAHULUAN

Sistem distribusi merupakan bagian yang penting dalam kegiatan penyaluran energi listrik karena langsung terhubung dengan beban. Oleh karena itu, sistem distribusi selalu dituntut untuk memiliki keandalan yang baik. Tingkat keandalan ini dipengaruhi oleh gangguan yang terjadi. Gangguan ini biasanya disebabkan oleh kondisi alam dan hewan di sekitar saluran yang mendistribusikan energi listrik. Semakin sering suatu jaringan distribusi mengalami gangguan maka kontinuitas penyaluran energi listrik juga akan semakin buruk.

Untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan peralatan proteksi yang dapat mengatasi gangguan. Recloser adalah suatu peralatan proteksi yang berfungsi untuk meminimalisir daerah yang terkena dampak gangguan. Penempatan recloser pada jaringan distribusi sangat mempengaruhi tingkat keandalan sehingga diperlukan suatu optimasi agar tingkat keandalan yang diperoleh maksimal.

Banyak metode yang sudah pernah digunakan dalam optimasi penempatan

recloser. Masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan sehingga belum tentu penggunaan suatu metode lebih baik dari metode yang lain. Algoritma genetika merupakan salah satu metode dalam melakukan optimasi. Metode ini didasarkan pada proses genetik pada makhluk hidup yaitu perkembangan generasi pada suatu populasi yang nantinya akan mengikuti proses seleksi alam dimana yang terbaik yang akan bertahan. Diharapkan dengan menggunakan metode ini dapat menentukan posisi penambahan recloser yang tepat untuk memaksimalkan keandalan.

Penelitian tentang penempatan recloser sudah banyak dilakukan. Dezaki, dkk (2010 : 577) melakukan penelitian yang melakukan optimasi penempatan recloser berdasarkan posisi recloser yang sudah ada. Metode optimasi yang digunakan adalah algoritma genetika dengan indeks keandalan berupa SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*). Kemudian penulis kembali melakukan penelitian yang sama namun dengan fungsi objektif yang berbeda yakni RI (*Restoration Index*). Sedangkan Dehghani dan

Dashti (2011) menggunakan fungsi objektif berupa SAIFI, SAIDI dan MAIFI. Sumarno (2011) juga melakukan penelitian tentang optimasi penempatan recloser menggunakan algoritma genetika dengan skenario penambahan 1 dan 2 buah recloser.

Penelitian ini merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Prima (2015) dimana penulis menghitung nilai SAIFI dan SAIDI menggunakan metode *section technique*. Penulis memberi saran untuk untuk memaksimalkan keandalan perlu dilakukan penempatan penambahan recloser yang lebih optimal. Jadi, penelitian ini mencoba untuk mengkaji penempatan recloser baru menggunakan metode algoritma genetika berdasarkan keandalan maksimum.

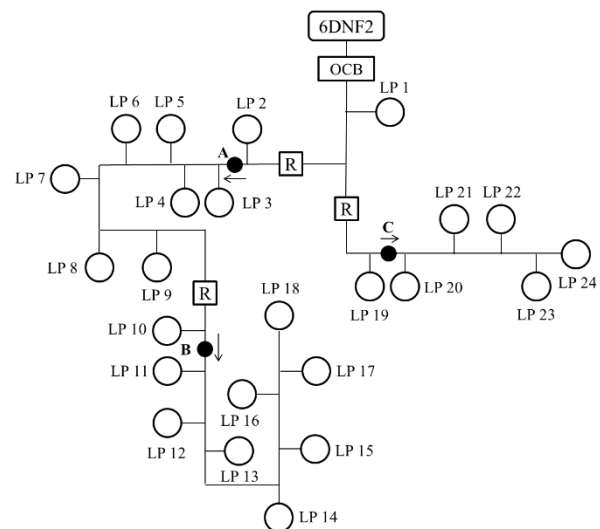
II. METODE PENELITIAN

Adapun metode optimasi yang digunakan dalam menganalisis penempatan penambahan recloser pada sistem distribusi radial ini adalah dengan menggunakan metode algoritma genetika. Sedangkan dalam menghitung keandalannya metode yang digunakan adalah *section technique*. Metode algoritma genetika terdiri atas beberapa proses utama yakni evaluasi, seleksi, pindah silang dan mutasi.

Data – data yang dibutuhkan untuk pengujian program antara lain : diagram satu garis, laju kegagalan dan waktu perbaikan dan jumlah pelanggan yang terpasang.

Langkah awal untuk menentukan posisi penambahan recloser pada sistem distribusi radial ini adalah dengan memodelkan *feeder* berdasarkan skenario posisi penempatan penambahan recloser baru dengan tujuan untuk menghitung tingkat keandalan pada *feeder* tersebut setelah dilakukan penambahan recloser baru tersebut.

Berikut ini adalah skenario posisi penambahan recloser baru pada jaringan distribusi radial yang menjadi objek kajian.



Gambar 1. Skenario posisi penambahan recloser baru

Pada gambar 1 dapat dilihat ada 3 titik rencana penempatan recloser baru yakni titik A, B atau C. Setiap titik ini akan dioptimasi menggunakan metode algoritma genetika.

Proses optimasi dimulai dengan merepresentasikan posisi recloser ke dalam bentuk bilangan biner. Pada kajian ini penulis mengasumsikan penempatan recloser dapat dilakukan di setiap meter dari panjang saluran. Dengan demikian recloser nantinya akan digeser berdasarkan batas (*range*) tertentu. Posisi setiap titik setelah digeser dikodekan berupa bilangan biner dengan jumlah bit tertentu. Cara menentukan jumlah bit binernya dapat menggunakan persamaan (1) berikut. (Michalewicz, 1996)

$$m = \log_2 \{[(b - a) * 10^d] + 1\}$$

(1)

Dimana :

m : jumlah bit biner

b : batas atas

a : batas bawah

d : ketelitian yang diinginkan

Tabel 1. Jumlah bit biner

Titik	Range (km)	Jumlah bit biner
A	0,319 - 2,655	11
B	0,157 - 1,633	11
C	0,337 - 1,288	10

Pada tabel 1 di atas ketelitian yang diinginkan adalah 0,001 km ($d = 3$). Nilai *range* adalah jarak yang dihitung dari letak recloser yang lama masing – masing titik. Jumlah bit biner masing – masing titik ini menjadi panjang kromosom individu dalam algoritma genetika atau dikenal dengan istilah jumlah gen.

Setelah posisi recloser direpresentasikan ke dalam bentuk biner, selanjutnya ketiga titik yakni titik A, B dan C akan diproses menggunakan metode algoritma genetika untuk mencari posisi yang tepat dimana nilai SAIFI dan SAIDI optimal. Fungsi objektif yang digunakan dalam penyelesaian optimasi ini adalah sebagai berikut. (Sumarno, 2011)

$$f(x) = \frac{1}{SAIFI \cdot SAIDI} \quad (2)$$

Dimana :

$f(x)$: fungsi objektif

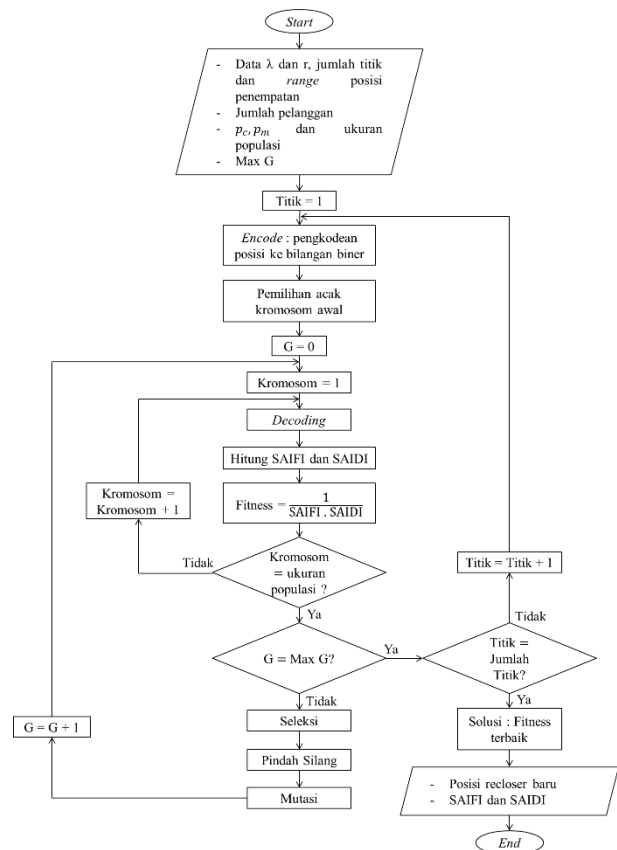
SAIFI: *System Average Interruption Frequency Index* (kali/tahun/pelanggan)

SAIDI: *System Average Interruption Duration Index* (jam/tahun/pelanggan)

Berdasarkan persamaan (2) di atas dapat dilihat bahwa semakin kecil nilai SAIFI dan SAIDI maka nilai $f(x)$ akan semakin besar dengan kata lain individu akan memiliki nilai *fitness* yang besar. Indeks SAIFI dan SAIDI ini akan dihitung menggunakan metode *section technique*.

Tahapan proses dalam perancangan program optimasi ini terdiri atas inisialisasi, evaluasi individu, seleksi, pindah silang dan mutasi (Sumarno, 2011). Setelah proses mutasi selesai maka diperoleh generasi baru yang terdiri atas beberapa individu baru. Setiap individu ini nantinya akan kembali dievaluasi dan diproses secara genetik (pindah silang dan mutasi) sehingga menghasilkan generasi yang baru lagi. Proses ini selesai jika kriteria pemberhentian (*stopping criterion*) dipenuhi. Dalam hal ini *stopping criterion* yang digunakan adalah jumlah generasi.

Adapun algoritma pemrograman pada MATLAB dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Algoritma pemrograman MATLAB

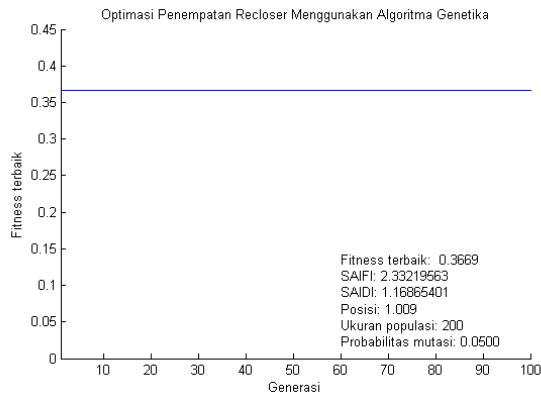
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan untuk melihat apakah program yang dibuat sudah sesuai dengan yang diinginkan atau belum. Keberhasilan program dilihat dari kemampuannya dalam menentukan posisi recloser yang tepat dimana tingkat keandalan yang diperoleh maksimum. Pengujian dilakukan satu per satu di setiap titik yakni titik A, titik B dan titik C. Selanjutnya hasil *running* program ketiga titik ini dibandingkan berdasarkan nilai fungsi objektifnya (*fitness* terbaik).

Adapun parameter algoritma genetika yang digunakan dalam program optimasi penempatan recloser ini adalah sebagai berikut.

- Ukuran populasi : 200
- Generasi maksimum (*stopping criterion*) : 100
- Probabilitas pindah silang : 0,8
- Probabilitas mutasi : 0,05

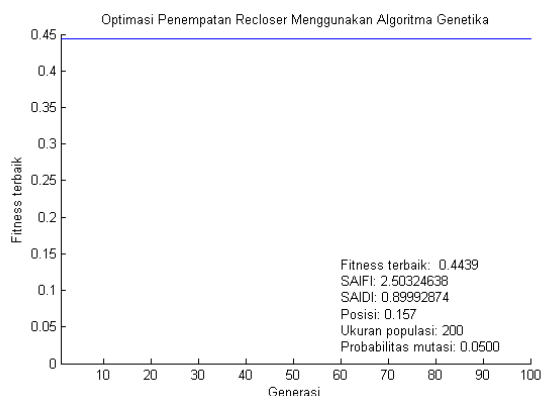
Hasil *running* program menggunakan MATLAB untuk titik A dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil *running* program di titik A

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai *fitness* terbaik jika recloser baru ditempatkan di titik A adalah 0,3669 dimana posisi recloser berjarak 1,009 km dari recloser eksisting. Pada posisi ini nilai SAIFI yang diperoleh adalah sebesar 2,33219563 kali/tahun/pelanggan dan nilai SAIDI sebesar 1,16865401 jam/tahun/pelanggan.

Hasil *running* program menggunakan MATLAB untuk titik B dapat dilihat pada gambar 4.

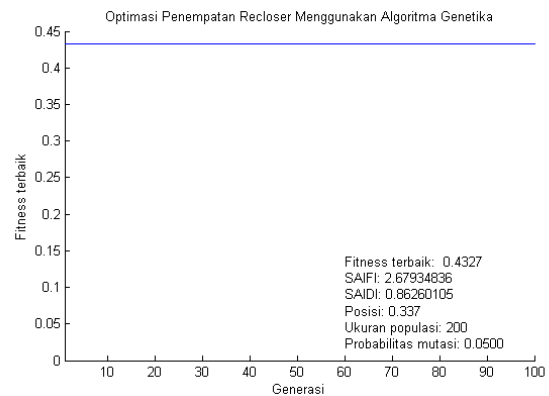


Gambar 4. Hasil *running* program di titik B

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai *fitness* terbaik jika recloser baru ditempatkan di titik B adalah 0,4439 dimana posisi recloser berjarak 0,157 km dari recloser eksisting. Pada posisi ini nilai SAIFI yang diperoleh adalah sebesar 2,50324638 kali/tahun/pelanggan dan

nilai SAIDI sebesar 0,89992874 jam/tahun/pelanggan.

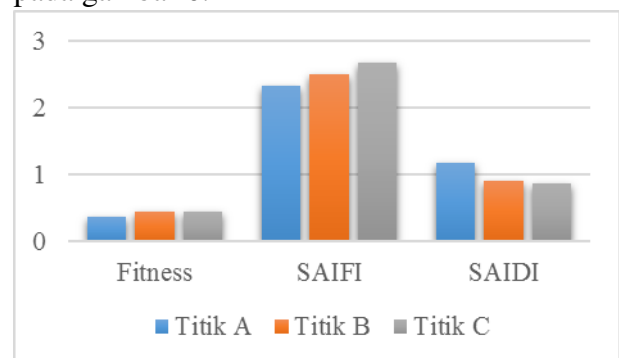
Hasil *running* program menggunakan MATLAB untuk titik C dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil *running* program di titik C

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai *fitness* terbaik jika recloser baru ditempatkan di titik C adalah 0,4327 dimana posisi recloser berjarak 0,337 km dari recloser eksisting. Pada posisi ini nilai SAIFI yang diperoleh adalah sebesar 2,67934836 kali/tahun/pelanggan dan nilai SAIDI sebesar 0,86260105 jam/tahun/pelanggan.

Adapun perbandingan *fitness* dan tingkat keandalan dari ketiga titik ini dapat dilihat pada gambar 6.

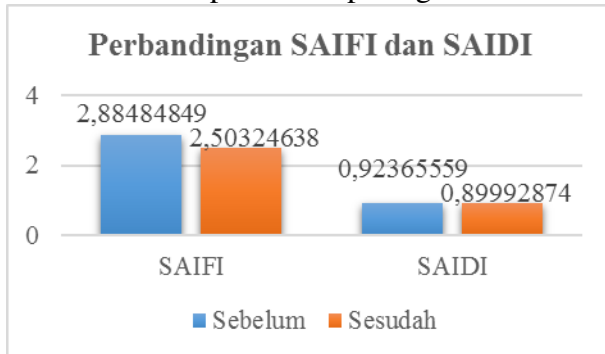


Gambar 6. Perbandingan *fitness* dan tingkat keandalan

Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa nilai *fitness* tertinggi berada pada titik B. Sedangkan nilai SAIFI terbaik berada pada titik A yakni sebesar 2,33219563

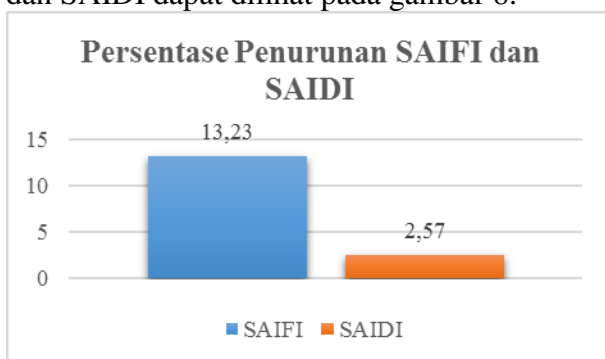
kali/tahun/pelanggan dan nilai SAIDI terbaik berada pada titik C yakni sebesar 0,86260105 jam/tahun/pelanggan. Berdasarkan hasil tersebut penulis merekomendasikan penempatan recloser baru adalah di titik B karena memiliki *fitness* yang terbesar.

Adapun perbandingan nilai SAIFI dan SAIDI saat sebelum dan sesudah penambahan recloser baru dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Perbandingan SAIFI dan SAIDI

Nilai SAIFI dan SAIDI saat sebelum penambahan recloser baru telah dihitung oleh peneliti terdahulu (Prima, 2015). Pada gambar 7 di atas dapat dilihat bahwa penambahan satu buah recloser ini dapat memperbaiki tingkat keandalan berupa indeks SAIFI dan SAIDI dimana masing – masing nilainya mengalami penurunan. Besarnya penurunan nilai SAIFI dan SAIDI dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Persentase perubahan SAIFI dan SAIDI

Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa besar penurunan SAIFI setelah penambahan recloser baru adalah 13,23 % dan besar penurunan SAIDI 2,57 %.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil *running* program dan analisa penempatan recloser baru yang telah dilakukan, posisi penempatan recloser baru adalah di titik B yang berjarak 0,157 km dari recloser eksisting dimana besar penurunan SAIFI 13,23 % dan penurunan SAIDI 2,57 %.

4.2 Saran

Pada metode yang digunakan penulis, program penempatan recloser setiap titik dilakukan satu per satu sehingga perlu dibuat program lagi yang dapat memproses penempatan setiap titik secara bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Billinton, R., & Allan, R.N. (1994). *Reliability Evaluation of Power Systems* (2nd ed.). New York : Plenum Press.
- Brown, R.E. (2008). *Electric Power Distribution Reliability* (2nd ed.). New York: CRC Press.
- Dehghani, N., dan R. Dashti. 2011. Optimization of Recloser Placement to Improve Reliability by Genetic Algorithm. Departement of Electrical and Computer Engineering, Islamic Azad University, Iran.
- Dezaki, H.H., H.A. Abyaneh, A. Agheli, dan K. Mazlumi. 2012. Optimized Switch Allocation to Improve The Restoration Energy in Distribution Systems. *Journal of Electrical Engineering* 63(1) : 47 – 52.
- Dezaki, H.H., H.A. Abyaneh, Y. Kabiri, H. Nafisi, K. Mazlumi, dan H.A. Fakhrabadi. 2010. Optimized Protective Devices Allocation in Electric Power Distribution Systems Based on the Current Conditions of The Devices. Departement of Electrical Engineering, Amirkabir University of Technology, Iran.
- Goenadi, C. 2012. Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV di PT PLN Distribusi Jawa Timur Kediri dengan Metode Simulasi Section Technique. *Jurnal Teknik ITS* 1(1).

- Michalewicz, Z. (1996). *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs* (3rd ed.). Charlotte : Springer.
- Prabowo, A.T. 2013. Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV pada Penyulang Pekalongan 8 dan 11. *Jurnal Teknik UNDIP* 2(4).
- Prima. 2015. Analisa Tingkat Keandalan Sistem Gardu Induk 13,8 kV 6DN Minas PT Chevron Pacific Indonesia dengan Metode Section Technique. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Indonesia.
- Ranjan, A., dan J.N. Rai. 2014. Optimal Switch Placement in Radial Distribution System Using GA And PSO. *International Journal of Scientific & Engineering Research* 5(5).
- Sello, A. 2015. Kajian Penempatan Kapasitor Bank Menggunakan Metode Genetik Algoritma pada South Balam Feeder 1 PT Chevron Pacific Indonesia. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik Universitas Riau, Indonesia.
- Silaban, A. 2009. Studi tentang Penggunaan Recloser pada Sistem Jaringan Distribusi 20 kV. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Indonesia.
- Sumarno, R.N. 2011. Optimasi Penempatan Recloser terhadap Keandalan Sistem Tenaga Listrik dengan Algoritma Genetika. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Suyanto. (2005). Algoritma Genetika dalam MATLAB. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Wicaksono, H.P., I.G.N.S. Hernanda, dan O. Penangsang. 2012. Analisis Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Program Analisis Kelistrikan Transien dan Metode Section Technique. *Jurnal Teknik ITS* 1(1).